

VERIFICHE DI FUNZIONALITÀ E MODELLAZIONE DI IMPIANTI A FANGHI ATTIVI

Simone Lippi – Ingegnerie Toscane srl
Alice Balducci, Michele Cordola, Fabrizio Mancuso

Torino, 14-15 Ottobre 2015



Italian DHI Conference 2015

Introduzione

Dal 2013 il nucleo di Modellazione Processi di Ingegnerie Toscane srl si è maggiormente strutturato con utilizzo di WEST by DHI

Il contesto Toscano è caratterizzato da impianti di medie e piccole dimensioni, i cui margini di efficientamento e di capacità depurativa sono verificabili tramite modellazione matematica...

...L'Autorità Idrica Toscana ha introdotto la Modellazione Matematica degli Impianti di Depurazione tra le Best Practice indicate nel "Piano d'Ambito Toscano" recentemente presentato nel 2015...

...serve però un approccio critico ai dati in ingresso.



Verifiche di Funzionalità - Modellazione Impianti Toscani Acque reflue urbane

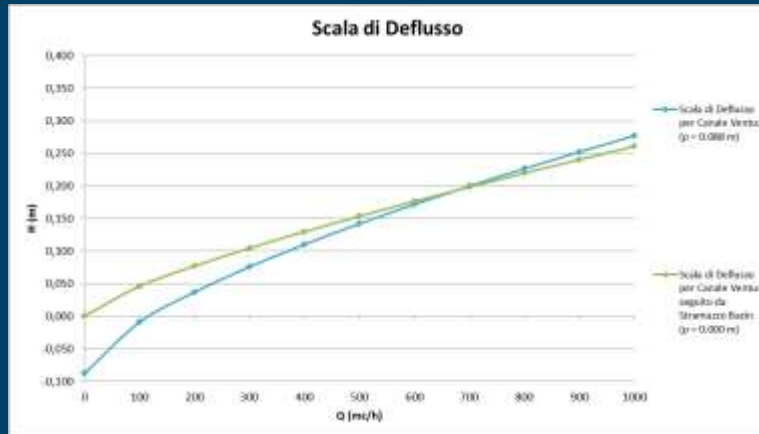
1. Dati di portata (carico)
 - A. Fognatura nera, FA , 60.000 AE, area sensibile Arno, n°3 linee diverse
 - B. Fognatura mista, FA , 75.000 AE, area sensibile Arno
 - C. Fognatura mista, FA , 20.000 AE, area sensibile Arno
 - D. Fognatura mista, SBR, 6.000 AE
2. Volumetrie di Processo
3. Dinamica dei processi

1. Verifiche Dati di Portata (e Carico)

Taratura Misuratori di Portata (A e B)

Operazione in grado di ricavare e verificare nel tempo il legame esistente tra il segnale in uscita, corrispondente alla grandezza da misurare, ed il valore della grandezza in ingresso, senza che questo legame possa essere condizionato da eventuali grandezze di influenza

Esempio di Taratura per Punti Fissi (Scala di Deflusso – Ingresso A)



ΔQ Prima



ΔQ Dopo

**Effetto della Taratura
per Punti Fissi (A)**



2. Verifiche Volumetrie e Processi

Verifica Portate di Supero (A)

**Ipotesi Portate di Supero
(RIPARTIZIONE TEORICA)**

LINEA 1		DALLE ORE 16:00 ALLE ORE 24:00 (lavoro sulle 8h)			
POMPA SUPERO		PAUSA-LAVORO	CICLO	SPURGO	
Portata	12,5 l/s	26,4 min LAVORO	60 min	158,29 m3/giorno	
Portata	45 m3/h	33,6 min PAUSA			

LINEA 2		DALLE ORE 08:00 ALLE ORE 16:00 (lavoro sulle 8h)			
POMPA SUPERO		PAUSA-LAVORO	CICLO	SPURGO	
Portata	12,5 l/s	25,3 min LAVORO	60 min	151,63 m3/giorno	
Portata	45 m3/h	34,7 min PAUSA			

LINEA 3		DALLE ORE 24:00 ALLE ORE 08:00 (lavoro sulle 8h)			
POMPA SUPERO		PAUSA-LAVORO	CICLO	SPURGO	
Portata	12,5 l/s	49,3 min LAVORO	60 min	295,88 m3/giorno	
Portata	45 m3/h	10,7 min PAUSA			

+16%

+6%

-22%

**Ipotesi Portate di Supero
(RIPARTIZIONE REALE)**

LINEA 1		DALLE ORE 16:00 ALLE ORE 24:00 (lavoro sulle 8h)			
POMPA SUPERO		PAUSA-LAVORO	CICLO	SPURGO	
Portata	9,5 l/s	30 min LAVORO	40 min	205,20 m3/giorno	
Portata	34,2 m3/h	10 min PAUSA			

LINEA 2		DALLE ORE 08:00 ALLE ORE 16:00 (lavoro sulle 8h)			
POMPA SUPERO		PAUSA-LAVORO	CICLO	SPURGO	
Portata	11 l/s	24 min LAVORO	50 min	152,06 m3/giorno	
Portata	39,6 m3/h	26 min PAUSA			

LINEA 3		DALLE ORE 24:00 ALLE ORE 08:00 (lavoro sulle 8h)			
POMPA SUPERO		PAUSA-LAVORO	CICLO	SPURGO	
Portata	9 l/s	26 min LAVORO	50 min	134,78 m3/giorno	
Portata	32,4 m3/h	24 min PAUSA			

**Rapporto
Supero Reale / Supero Teorico**

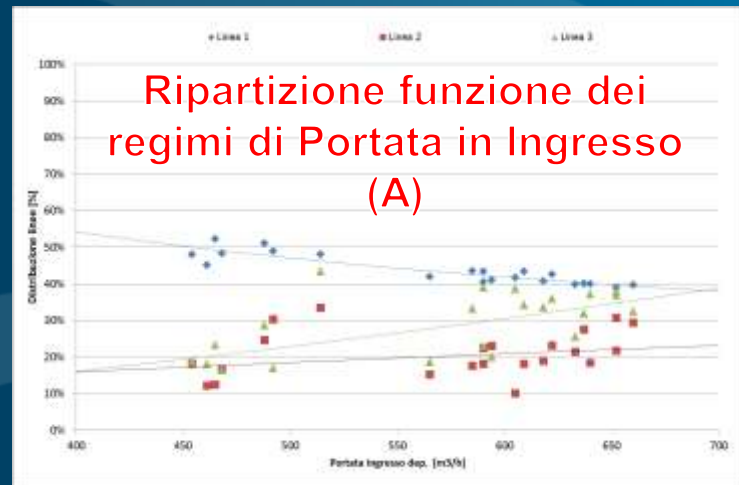
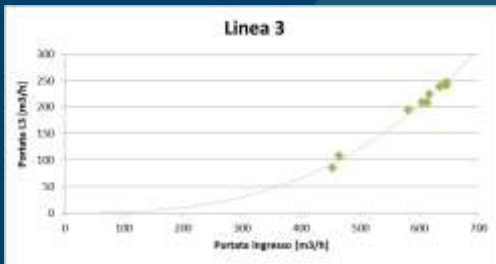
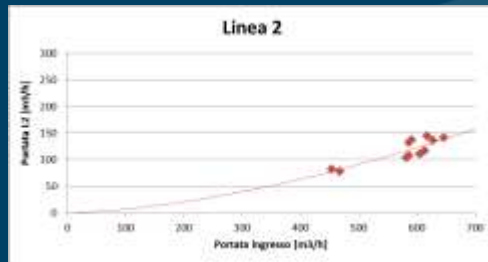
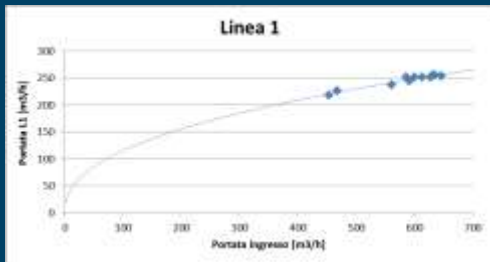
≈ 80%



1. Verifiche Dati di Portata (e Carico)

Verifica Ripartizione Portata (A)

LINEA 1	% Teorica: 25%	% Reale: 30÷60%	+5÷35%
LINEA 2	% Teorica: 25%	% Reale: 20÷22,5%	-2,5÷5%
LINEA 3	% Teorica: 50%	% Reale: 20÷47,5%	-2,5÷30%



Implementazione e validazione dei punti di misura di portata sull'impianto

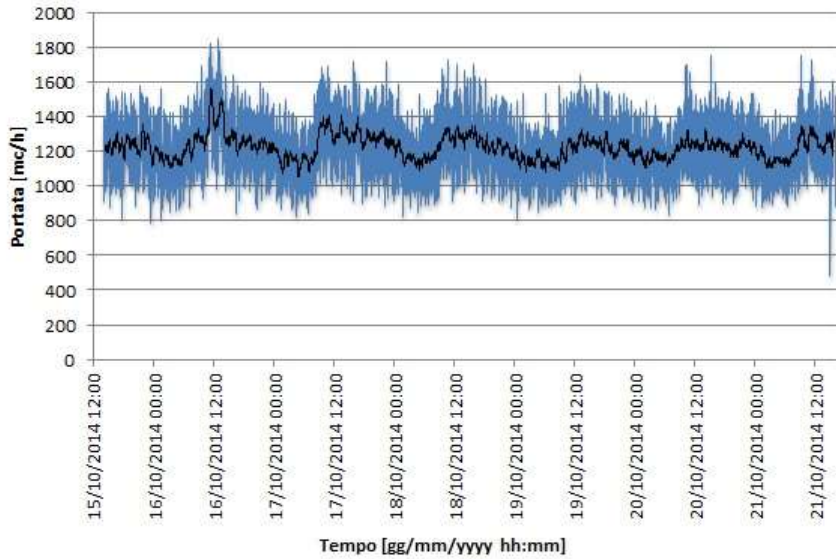
→ **Conoscenza**

Misure di portata su singole linee

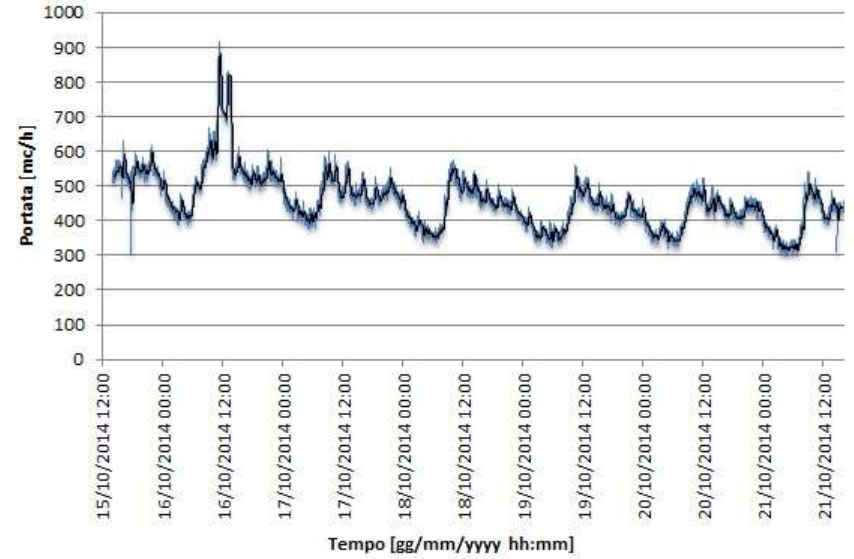
→ **Regolazione/Modellazione**



Portata Canale 1



Portata Canale 2



Indagini Effettuate

Ripartizione Portate Linee

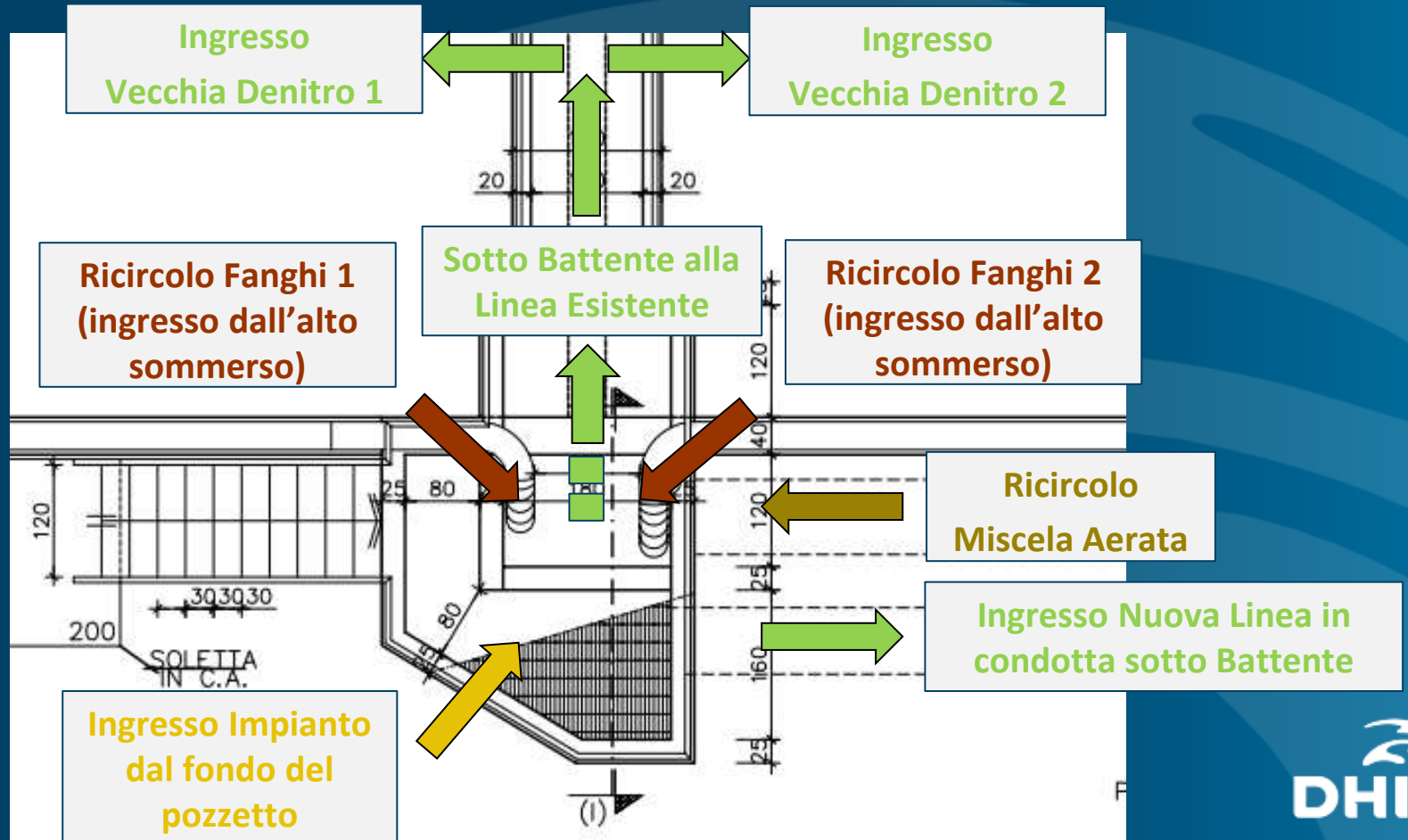
Portata Ricircolo Miscelata
Aerata

Ripartizione Portate

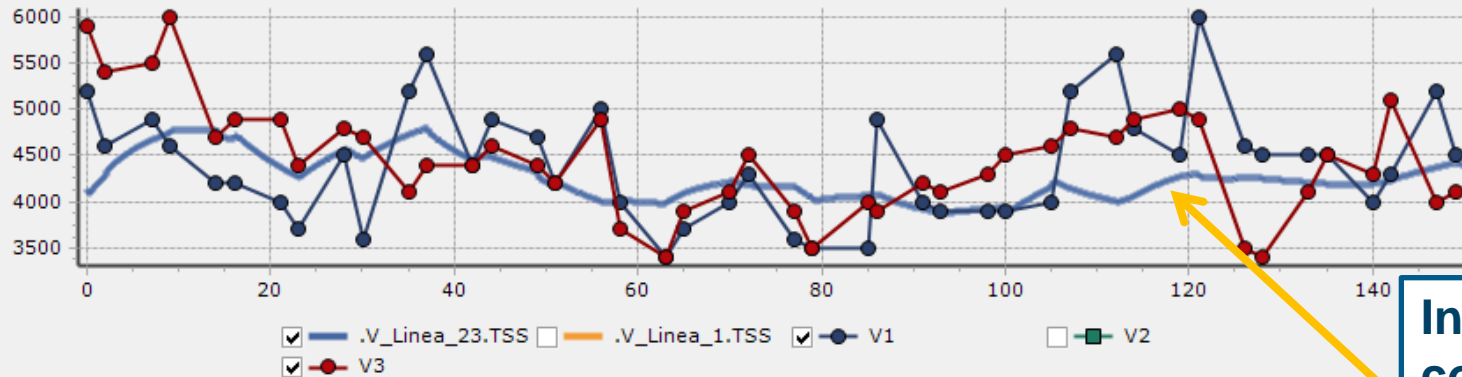
(dato medio dai test eseguiti)

Portata Ingresso Linee Esistenti	72.2%
Portata Ingresso Nuova Linea	27.8%



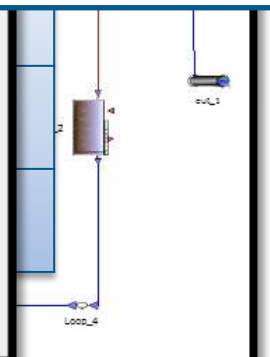
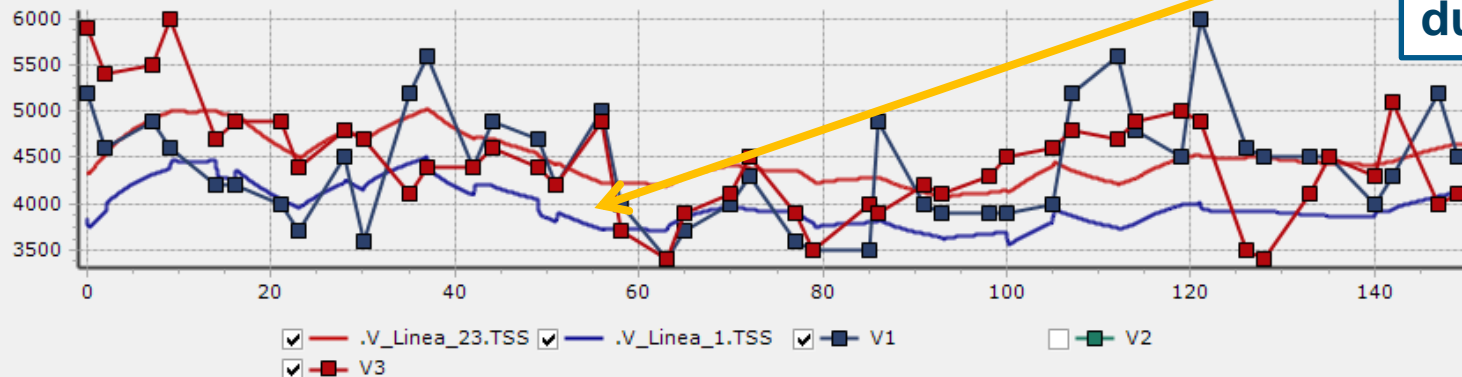


SST



Influenza sulla concentrazione di solidi nelle due linee

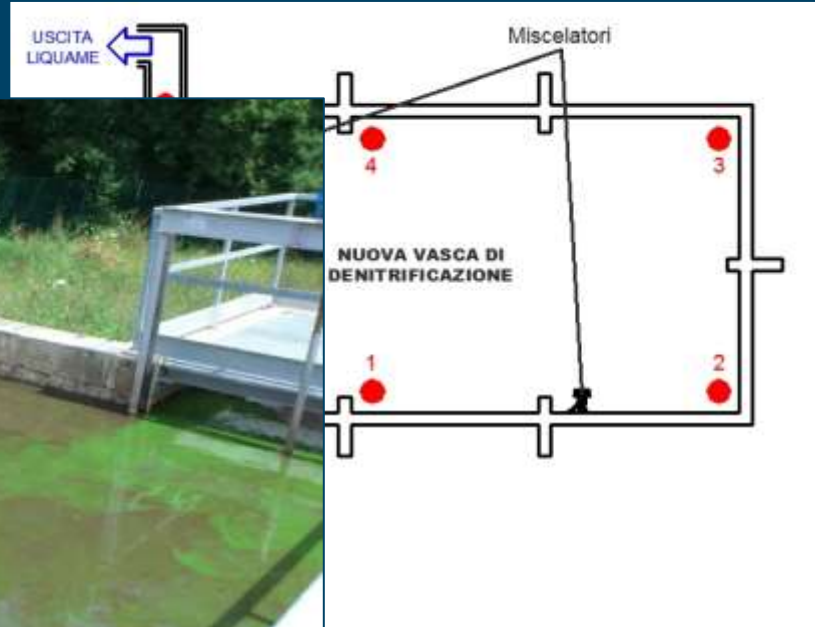
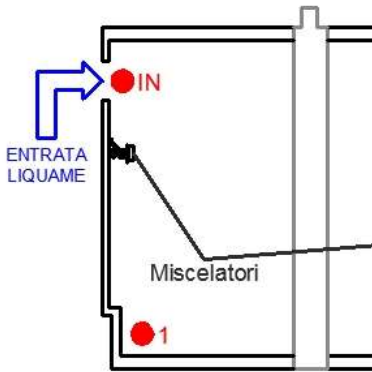
SST



2. Verifiche Volumetriche e Processi

Test Preliminari con Fluoresceina Sodica

Linee Esistenti



Area Denitrificazione



2. Verifiche Volumetrie e Processi

Litio Uscita nuova denitrificazione

t [ore]	Li+ (mg/l)
0.25	0.3507
0.5	0.3392
0.75	0.3258

Uscita nuova dentro

Modello: CSTR con volume di interscambio e volume morto

	N	Numero di reattori in serie	1
	Q_d/Q	Rapporto di interscambio per ogni reattore	0.85
	V_{totale}	Volume totale	1020 m ³
	V_u	Volume utile	102 m ³
	V_d	Volume di interscambio	918 m ³
	V_m	Volume morto	92 m ³
	t_u	HRT zona utile	0.22 h
	t_d	HRT zona stagnante	2.28 h
	f_0	Frazione di fluido che non subisce ritardi	0.15
	f_1	Frazione di fluido che subisce un ritardo	0.85

Linee Esistenti

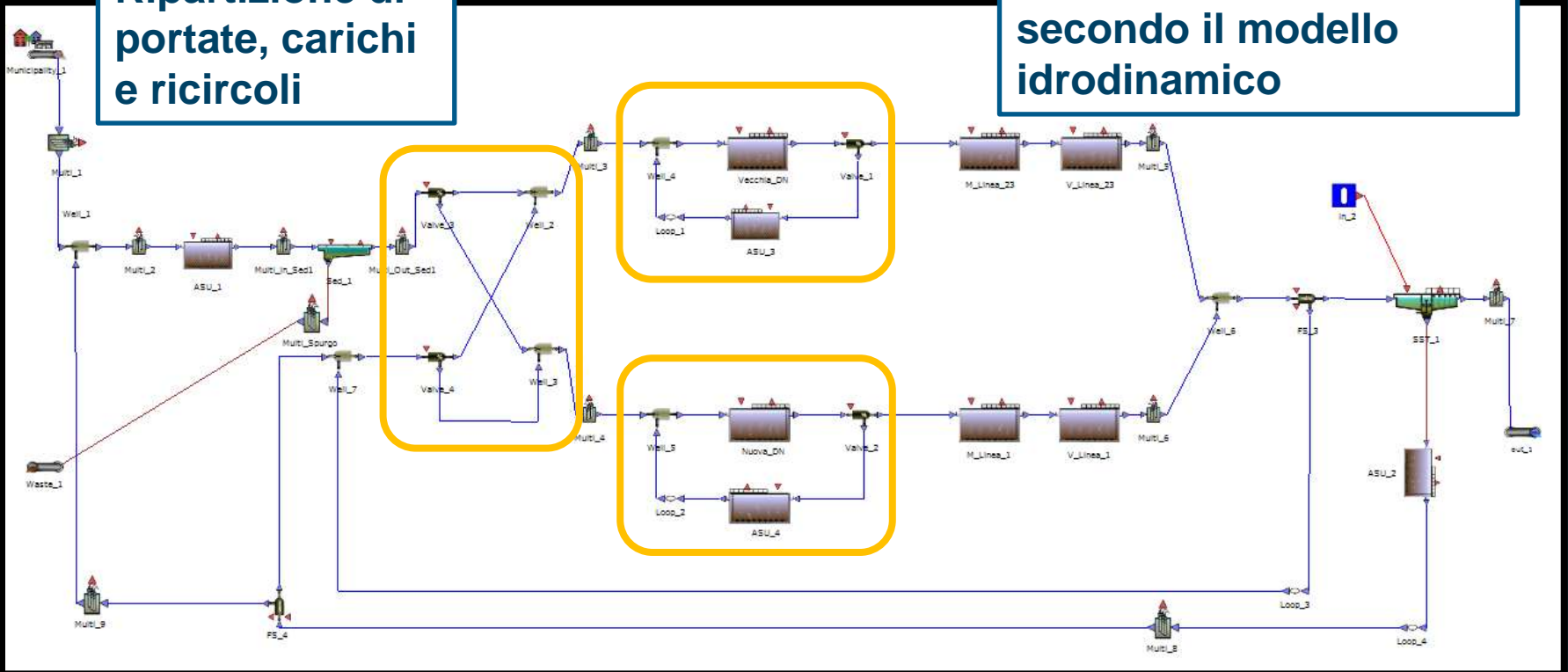
	N	Numero di reattori in serie	1
	Q_d/Q	Rapporto di interscambio per ogni reattore	0.40
	V_{totale}	Volume totale	2900 m ³
	V_u	Volume utile	2175 m ³
	V_d	Volume di interscambio	362 m ³
	V_m	Volume morto	363 m ³
	T_u	HRT zona utile	1.72 h
	t_d	HRT zona stagnante	1.43 h
	f_0	Frazione di fluido che non subisce ritardi	0.60
	f_1	Frazione di fluido che subisce un ritardo	0.40

Tempo [h]

2. Verifiche Volumetriche e Processi

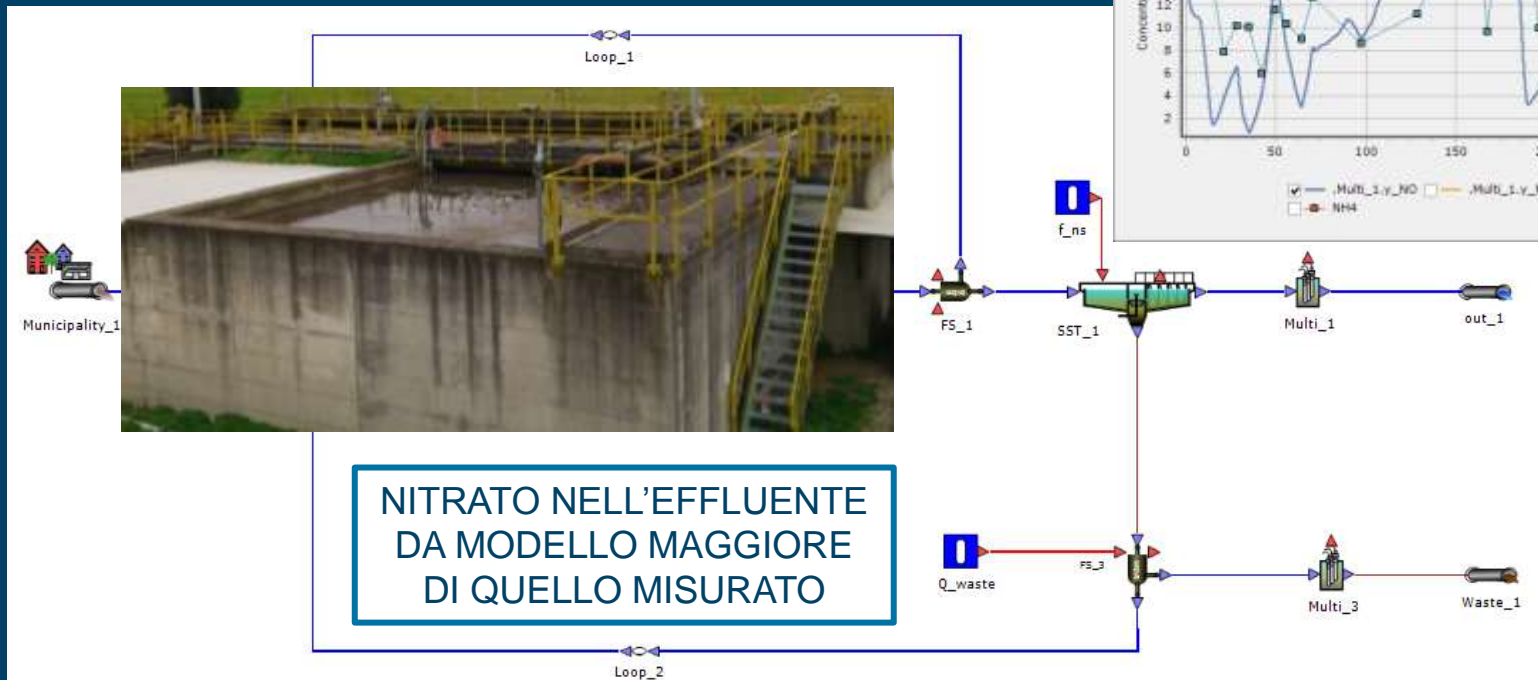
La Ripartizione di portate, carichi e ricircoli

Volumetrie vasche e zone di interscambio secondo il modello idrodinamico



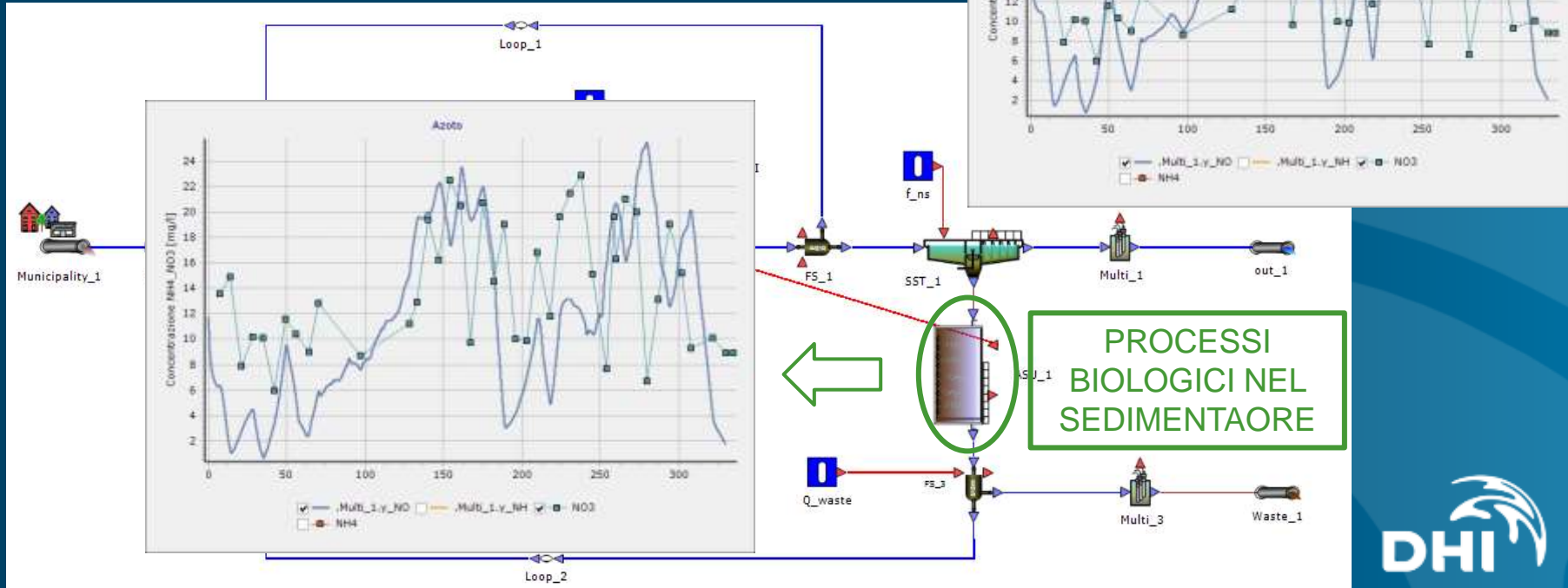
2. Verifiche Volumetriche e Processi

Verifica Volumi Utili di Processo (C)



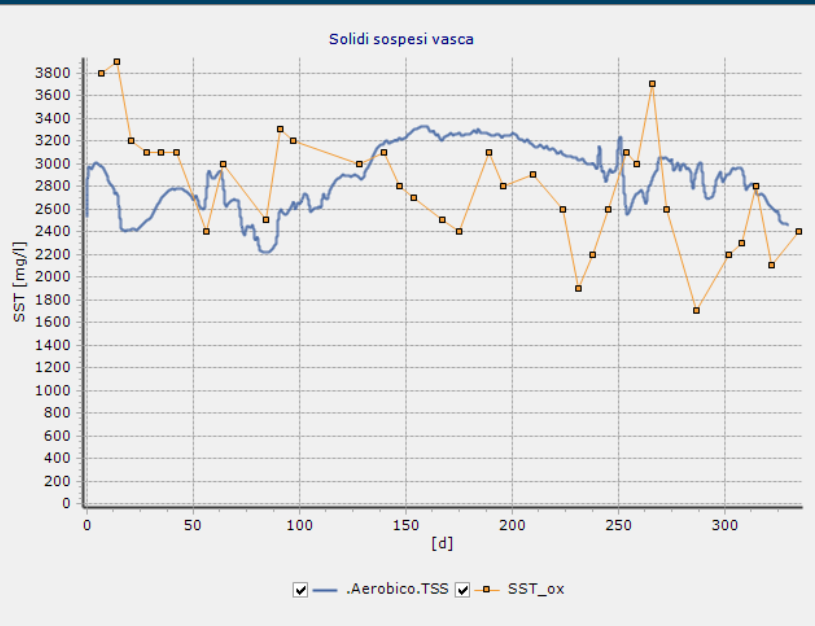
2. Verifiche Volumetrie e Processi

Verifica Volumi Utili di Processo (C)



2. Verifiche Volumetriche e Processi

Verifica Portate di Supero (C)



1. Portata di supero ricavata dalle ore di funzionamento delle pompe

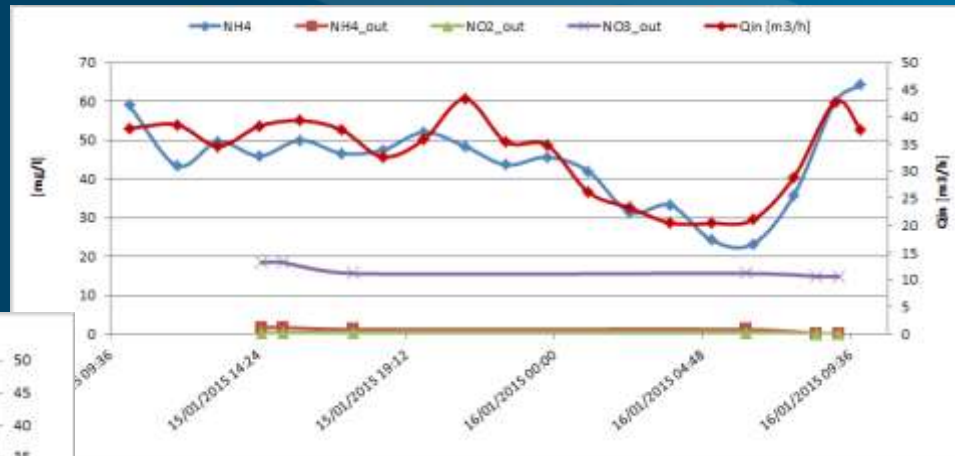
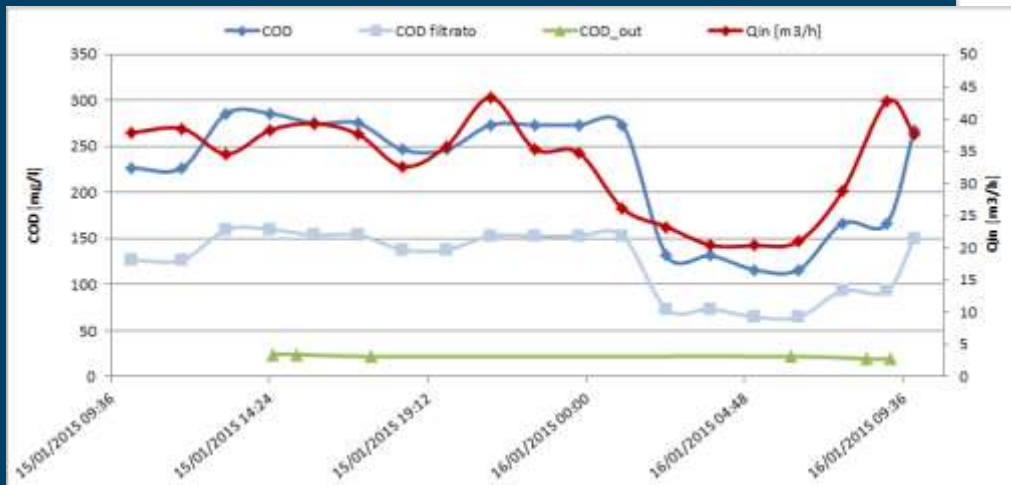


2. Impostata portata di supero per seguire la concentrazione di SST in vasca



3. Verifica Dinamica dei processi

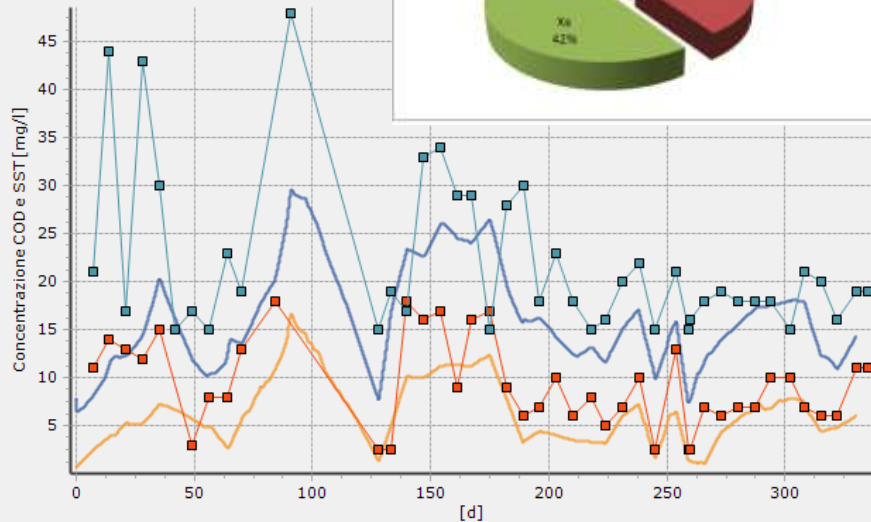
Analisi curva di carico (D)



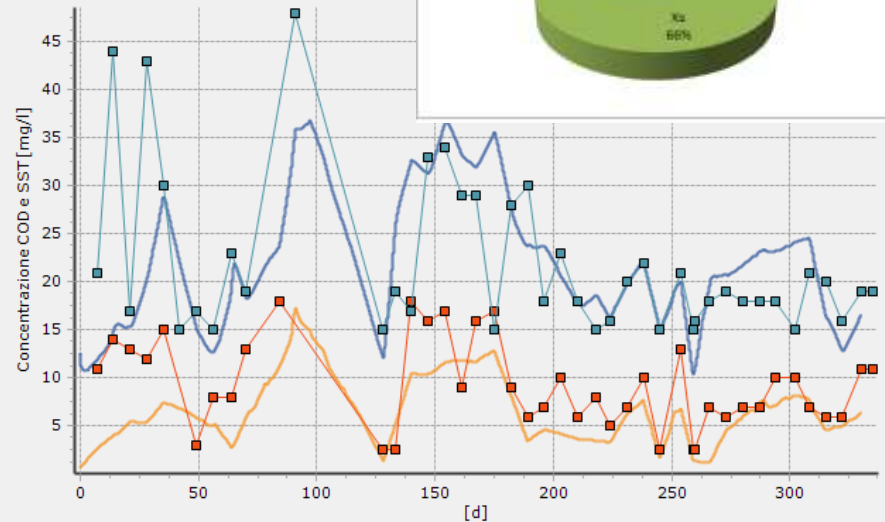
Caratterizzazione oraria dell'influente e dell'effluente

3. Verifica Dinamica dei processi

Frazionamento influente (C)



.Multi_1.y_COD
 .Multi_1.y_TSS
 SST
 COD

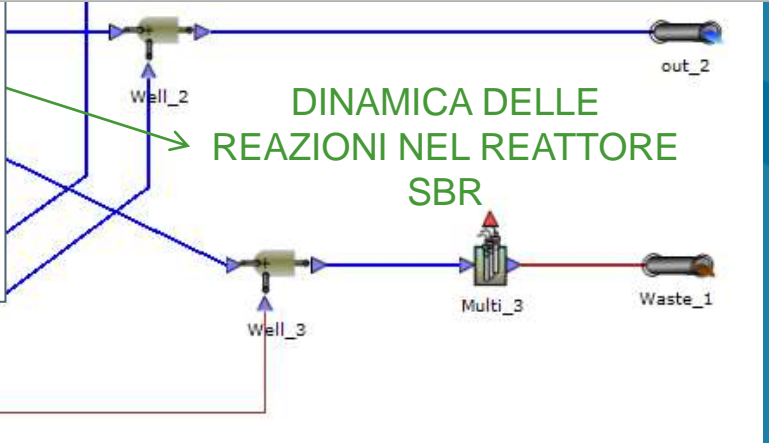
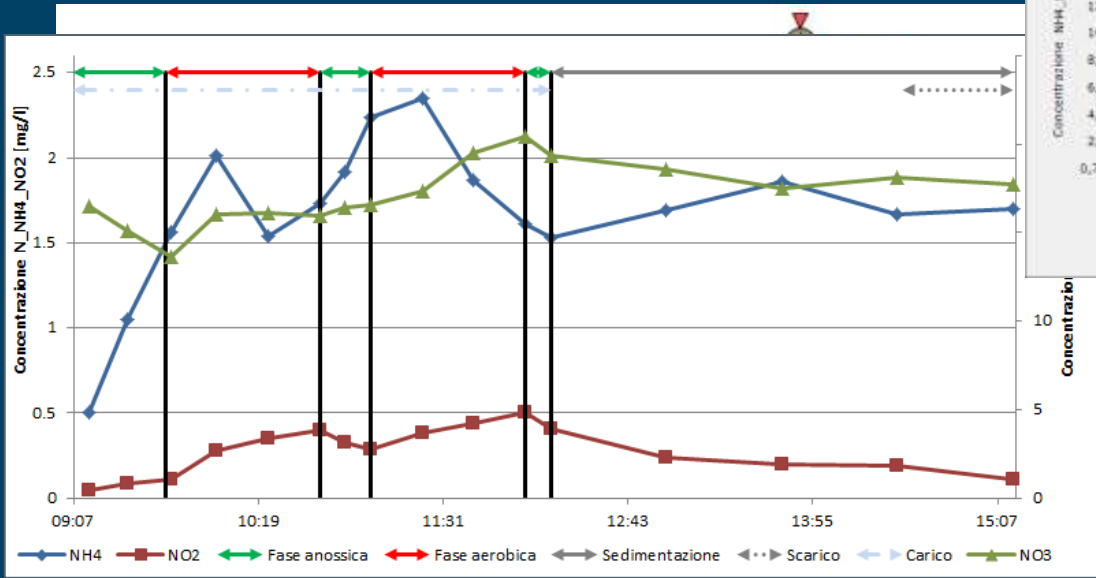


.Multi_1.y_COD
 .Multi_1.y_TSS
 SST
 COD

3. Verifica Dinamica dei processi

Calibrazione modello

Analisi cicli SBR (D)



Campionamento sistematico di un ciclo

Conclusioni

Interesse crescente attorno all'utilizzo dei modelli matematici

La modellazione matematica può essere applicata a “tutti” gli impianti di depurazione “cum grano salis”

Quando i modelli matematici non riescono a rappresentare il comportamento “registrato” o “ipotizzato”, devono essere attivate opportune verifiche in campo.

Nella nostra esperienza, la modellazione matematica degli impianti di depurazione deve essere inserita in un pacchetto più ampio di verifiche di funzionalità e analisi di consistenza dei dati operativi e impiantistici



Grazie

Ing. Simone Lippi, PhD

Torino, 14-15 Ottobre 2015

